

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-164104

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

H01H 59/00

(21)Application number : 10-335725

(71)Applicant : OMRON CORP

(22)Date of filing : 26.11.1998

(72)Inventor : SEKI TOMONORI

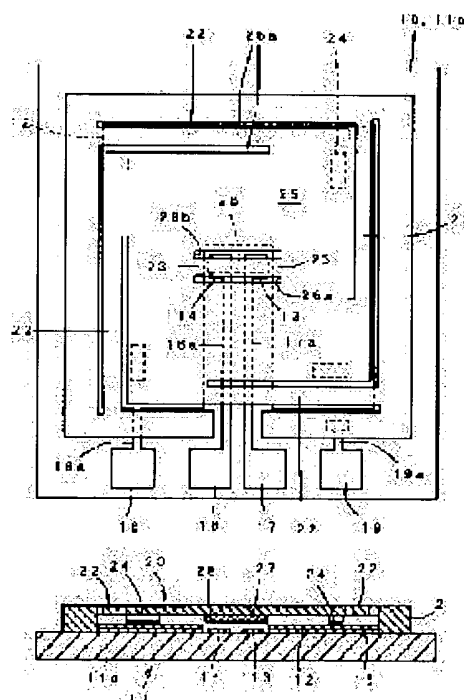
## (54) ELECTROSTATIC MICRORELAY

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve contact point opening performance without enlarging an electrostatic microrelay by forming a projecting part at least in either one of a fixed base board and a movable base board, and allowing the projecting part to abut to the other base board before closing a contact point.

**SOLUTION:** A movable base board 20 is arranged on an upper surface of a fixed base board 10 composed of a glass substrate 11a. A projecting part 24 is formed on a connecting part under surface of a first beam part 22 of the movable base board 20 and a movable electrode 25.

When the movable base board 20 deflects by electrostatic attraction, the projecting part 24 surely abuts to the fixed base board 10 before closing a contact point. When allowing the projecting part 24 to abut to the fixed base board 10, a distance between a fixed electrode 12 and the movable electrode 25 is formed so as to become  $1/3$  or less of an interval between the separated fixed base board 10 and the movable base board 20. The electrostatic attraction suddenly increases when the projecting part 24 abuts to the fixed base board 10, and the movable electrode 25 can be reliably attracted to the fixed electrode 12. The projecting part 24 is arranged on the fixed base board 10 side or may be arranged on both base boards 10, 20.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-164104

(P2000-164104A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 H 59/00

識別記号

F I

H 0 1 H 59/00

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-335725

(22) 出願日 平成10年11月26日 (1998.11.26)

(71) 出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72) 発明者 積 知範

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(74) 代理人 100062144

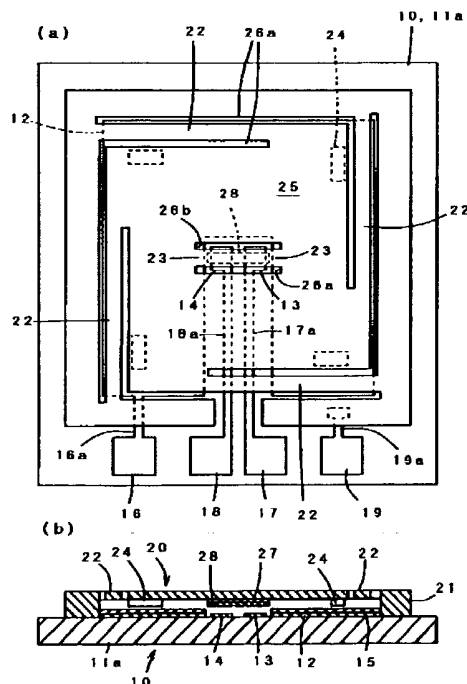
弁理士 青山 葆 (外3名)

(54) 【発明の名称】 静電マイクロリレー

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構造で、大型化を招くことなく、安価で簡単に製作できる接点分離性に優れた静電マイクロリレーを提供する。

【解決手段】 固定基板10又は可動基板20の少なくともいずれか一方に、可動基板20の駆動後、接点閉成前に、残る他方の基板20又は10に当接する凸部24を形成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固定基板に支持部を介して可動基板を所定間隔で対向配設し、固定基板の固定電極と可動基板の可動電極との間に電圧を印加し、静電引力を発生させて可動基板を駆動することにより、可動基板の可動接点を固定基板の固定接点に閉成する静電マイクロリレーにおいて、

前記両基板のうち、少なくともいずれか一方に凸部を形成し、可動基板の駆動後、接点閉成前に、前記凸部が残る他方の基板に当接するようにしたことを特徴とする静電マイクロリレー。

【請求項2】 前記凸部は、前記支持部と接点の間の少なくとも1箇所に設けたことを特徴とする請求項1に記載の静電マイクロリレー。

【請求項3】 前記凸部は、該凸部を設けた基板とは反対側の基板に当接した際、そのとき電極間に生じる静電引力により、前記凸部の近傍で可動基板を弾性変形させて接点を閉成可能とする寸法以下の高さであることを特徴とする請求項1又は2に記載の静電マイクロリレー。

【請求項4】 前記可動基板を支持部から延びる複数の梁部を介して均等に支持すると共に、前記凸部を各梁部に対応して均等に設けたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の静電マイクロリレー。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電マイクロリレーに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来、静電マイクロリレーとして図8に示す構成のものがある（特開平5-2976号公報参照）。

【0003】この静電マイクロリレーでは、固定基板100の上面に設けた棒状の支持部101の内側に可動基板102が弾性支持され、固定基板100の上面に形成した固定電極103と、可動基板102の下面に形成した可動電極104とが対向している。そして、前記両電極103、104間に電圧を印加して静電引力を発生させ、可動電極104を固定電極103に吸引することにより、可動基板102を撓ませて可動接点105を固定接点106に閉成するようになっている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記静電マイクロリレーでは、接点閉成時、粘着や溶着等が発生するため、確実に接点を分離できるように、弾性復帰力を大きくしなければならない。このため、両電極間に発生させる静電引力を増大させる必要が生じ、駆動電圧（電極間に印加する電圧）や対向する電極面積を大きくしたり、電極の間隔寸法を小さくしたり、あるいは、エレクトレットを用いる等により対処しなければならない。この結果、占有体積の増大、接点耐圧の低下、構造

及び加工工程の複雑化、及び、コストアップを招来していた。

【0005】そこで、本発明は、簡単な構造で、大型化を招くことなく、安価で簡単に製作できる接点開離性に優れた静電マイクロリレーを提供することを課題とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解決するための手段として、固定基板に支持部を介して可動基板を所定間隔で対向配設し、固定基板の固定電極と可動基板の可動電極との間に電圧を印加し、静電引力を発生させて可動基板を駆動することにより、可動基板の可動接点を固定基板の固定接点に閉成する静電マイクロリレーにおいて、前記両基板のうち、少なくともいずれか一方に凸部を形成し、可動基板の駆動後、接点閉成前に、前記凸部を残る他方の基板に当接するようにしたものである。

【0007】この構成により、両電極間に電圧を印加して静電引力を発生させると、可動基板は、その支持部から延びる部分が全体的に弾性変形し、いずれか一方の基板に設けた凸部が、残る他方の基板に当接する。これにより、可動電極が固定電極に接近し、静電引力は増加する。したがって、可動基板は、凸部の近傍で部分的に弾性変形し、可動電極が固定電極に吸着されるので、可動接点が固定接点に閉成する。

【0008】その後、両電極間の印加電圧を除去すると、静電引力が消失し、支持部から延びる部分全体の撓みにより発生した弾性力のみならず、凸部が基板に当接することにより発生した部分的な変形に伴う弾性力が、接点開離力として作用する。そして、凸部が基板から離間すれば、可動基板は全体の撓みにより発生した弾性力によって元の対向位置に復帰する。

【0009】前記凸部は、前記支持部と可動接点の間の少なくとも1箇所に設ければよい。

【0010】前記凸部は、該凸部を設けた基板とは反対側の基板に当接した際、そのとき電極間に生じる静電引力により、前記凸部の近傍で可動基板を弾性変形させて接点を閉成可能とする寸法以下の高さとするればよい。例えば、凸部が基板に当接した時点での電極間距離が、離間した基板間隔の1/3以下となるように凸部の高さを決定すればよい。これにより、接点開離力を増大させるために設けた凸部の存在によって接点の閉成動作に支障を来すことはない。

【0011】前記可動基板を支持部から延びる複数の梁部を介して均等に支持すると共に、前記凸部を各梁部に対応して均等に設けると、可動基板を、凸部が基板に当接する前後のいずれでもスムーズに動作させることができる点で好ましい。

## 【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る実施形態を添

付図面に従って説明する。

【0013】図1及び図2は、本実施形態に係る静電マイクロリレーを示す。この静電マイクロリレーは、ガラス基板11aからなる固定基板10の上面に可動基板20を設けたものである。

【0014】前記固定基板10には、ガラス基板11aの上面に固定電極12及び固定接点13、14が形成されている。固定電極12の表面は絶縁膜15で被覆されている。前記固定電極12及び固定接点13、14は、プリント配線16a及び17a、18aを介して接続パッド16及び17、18にそれぞれ接続されている。

【0015】また、前記可動基板20は、前記ベース10の上面に設けた支持部21の上面縁部から側方に延在する4本の第1梁部22に可動電極25を均等に支持したものである。第1梁部22と可動電極25の接続部分下面には凸部24がそれぞれ形成されている。そして、静電引力により可動基板20が撓むと、接点が閉成する前に、必ず凸部24が固定基板10に当接するようになっている。また、凸部24は、固定基板10への当接時、両電極12、25の距離が、離間した固定基板10と可動基板20の間隔の1/3以下となるように形成されている。これにより、凸部24が固定基板10に当接した時点で、静電引力が急激に大きくなり、凸部24の存在に拘わらず、確実に固定電極12に可動電極25を吸着させることが可能となっている。

【0016】なお、前記凸部24は、可動基板20に設けるようにしたが、固定基板10側に設けたり、両基板10、20に設けるようにしてもよい。また、前記凸部24は、接点13、14、28と支持部21の間に、2箇所以上設けるようにしてもよい。

【0017】前記支持部21は、固定基板10の上面に設けたプリント配線19aを介して接続パッド19に接続されている。前記可動電極25には、その中央に一对のスリット26b、26cにより第2梁部23が形成されている。第2梁部23の下面中央には絶縁膜27を介して可動接点28が設けられている。可動接点28は前記固定接点13、14に接離可能に対向している。

【0018】続いて、前記構成からなる静電マイクロリレーの製造方法を説明する。

【0019】まず、図3(a)に示すパイレックス等のガラス基板11aに図3(b)に示すように固定電極12、固定接点13、14を形成する。また同時に、プリント配線16a、17a、18a、19a、及び、接続パッド16、17、18、19をそれぞれ形成する。そして、前記固定電極12に絶縁膜15を形成することにより、図3(c)に示すベース10が完成する。

【0020】なお、前記絶縁膜15として比誘電率3〜4のシリコン酸化膜あるいは比誘電率7〜8のシリコン窒化膜を用いれば、大きな静電引力が得られ、接触荷重を増加させることができる。

【0021】一方、図3(d)に示すように、上面側からシリコン層101、酸化シリコン層102及びシリコン層103からなるSOIウエハ100の下面に、接点間ギャップを形成するため、例えば、シリコン酸化膜をマスクとするTMAHによるウェットエッチングを行い、図3(e)に示すように、下方側に突出する支持部21と凸部24とを形成する。そして、図3(f)に示すように、絶縁膜27を設けた後、可動接点28を形成する。

【0022】次いで、図3(g)に示すように、前記ベース10に前記SOIウエハ100を陽極接合で接合一体化する。そして、図3(h)に示すように、SOIウエハ100の上面をTMAH、KOH等のアルカリエッチング液で酸化膜である酸化シリコン層102までエッチングして薄くする。さらに、フッ素系エッチング液で前記酸化シリコン層102を除去して、図3(i)に示すようにシリコン層103すなわち可動電極25を露出させる。そして、RIE等を用いたドライエッチングで型抜きエッチングを行い、切欠部26a及びスリット26b、26cを形成して第1、第2梁部22、23を切り出し、可動基板20が完成する。

【0023】なお、ベース10はガラス基板11aに限らず、少なくとも上面を絶縁膜で被覆した単結晶シリコン基板で形成してもよい。

【0024】次に、前記構成からなる静電マイクロリレーの動作について図4の模式図を参照して説明する。

【0025】両電極12、25間に電圧を印加せず、静電引力を発生させていない状態では、図4(a)に示すように、第1梁部22は弾性変形せず、支持部21から水平に延びた状態を維持するので、可動基板20は固定基板10と所定間隔で対向する。したがって、可動接点28は、両固定接点13、14から開離している。

【0026】ここで、両電極12、25間に電圧を印加して静電引力を発生させると、第1梁部22が弾性変形し、可動基板20が固定基板10に接近する。これにより、まず、凸部24が固定基板10に当接する。前記静電引力は、図5に示すように、電極間距離が小さくに従って増加する傾向にある。そして、両基板10、20が凸部24が固定基板10に当接するまで接近すると、両電極12、25間に作用する静電引力は急激に増大するように設定している。したがって、可動基板20は、凸部24の周囲をも部分的に弾性変形させることにより、可動電極25を固定電極12に吸着される。この結果、図4(b)に示すように、可動接点28が固定接点13、14に閉成する。そして、可動接点28が固定接点13、14に当接した後は、図4(c)に示すように、第1梁部22に加えて第2梁部23が撓み、可動電極25が固定電極12を被覆する絶縁膜15に吸着される。したがって、可動接点28は、その周囲の可動電極25が固定電極12に吸着されることにより、第2梁部23

を介して固定接点13, 14に押し付けられる。このため、片当たりが発生せず、接触信頼性が向上する。

【0027】このとき、第1、第2梁部22, 23が可動電極25を上方に引張る力、絶縁膜15を介した可動電極25と固定電極12との間の静電引力、絶縁膜15の表面からの抗力をそれぞれ $F_{s1}$ ,  $F_{s2}$ ,  $F_c$ ,  $F_n$ とすると下記の関係があり、第1、第2薄板梁部22, 23のバネ係数、可動電極25と固定電極12との初期ギャップ、接点の厚み等を設計することにより $F_n$ ,  $F_{s1}$ を小さくし、 $F_{s2}$ , すなわち接触荷重の(理想モデルからの)低下を抑えることが可能である。

【0028】

【数1】

$$F_s = F_{s1} + F_{s2} + F_c$$

【0029】その後、両電極12, 25間の印加電圧を除去すると、第1、第2梁部22, 23の弾性力のみならず、凸部24近傍の変形に伴う弾性力をも接点開離力として作用させることができる。したがって、たとえば接点間に粘着や溶着等が発生していても、確実に開離させることが可能となる。そして、接点開離後、可動基板20は第1梁部22の弾性力によって元の位置に復帰する。

【0030】このように、前記実施形態では、凸部24を形成したので、接点開離力を大幅に増大させることができ、印加電圧除去時の可動基板20の動作をスムーズに行わせることが可能となる。

【0031】また、可動基板20全体をシリコンウェハ単体で形成すると共に、左右点対称、断面線対称となるように形成されている。このため、可動電極25に反りや振りが生じにくい。したがって、動作不能、動作特性のバラツキを効果的に防止できると共に、円滑な動作特性を確保可能となる。

【0032】本発明に係る静電マイクロリレーは、図8に示す従来例とほぼ同様な図6に示す構成としてもよい。

【0033】すなわち、この静電マイクロリレーでは、支持部31が固定基板30の上面に設けた矩形枠体で構成されている。可動基板40は、支持部31の内縁から連結部32に片持ち支持されている。可動基板40の下面には絶縁膜41が形成され、その自由端側には可動接点42が設けられている。また、可動接点42と連結部32の間には凸部43が形成され、可動接点42が固定接点33に閉成する前に固定基板30に当接するようになっている。

【0034】なお、前記実施形態では、可動電極25, 40を平坦形状としたが、その上面に凹所を形成して薄肉としてもよい。これにより、所望の剛性を確保しつつ軽量であっても、動作速度、復帰速度をより一層向上させることが可能となる。

【0035】また、前記可動電極25, 40を梁部2

2, 23よりも厚肉として剛性を大きくしてもよい。これにより、静電引力のすべてを可動電極25に対する吸引力とすることができ、静電引力を効率良く第1梁部22又は連結部32の変形に利用可能となる。

【0036】なお、前記実施形態では、可動基板を4本の第1梁部22又は1本の連結部32で支持するようにしたが、3本あるいは2本の第1梁部22で支持するようにしてもよい。これにより、面積効率の良い静電マイクロリレーを得ることが可能となる。具体的に、可動基板25を2本の第1梁部22で支持するものを図7に示す。このものでは、第1梁部22を2本とした以外は図1に示すものと同様な構成となっている。

【0037】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明に係る静電マイクロリレーによれば、両基板のうち、少なくともいずれか一方に凸部を形成するようにしたので、簡単な構成で大型化することなく、安価に接点開離力を増大させることができる。

【0038】また、凸部を、支持部と接点との間の少なくとも1箇所に設けるようにしたので、接点が接近する前に、確実に凸部を基板に当接させることができる。

【0039】特に、凸部を、該凸部を設けた基板とは反対側の基板に当接した際、そのとき電極間に生じる静電引力により、前記凸部の近傍で可動基板を弾性変形させて接点を閉成可能とする寸法以下の高さとしたので、静電引力を効果的に利用することが可能となる。

【0040】また、可動基板を支持部から延びる複数の梁部を介して均等に支持すると共に、凸部を各梁部に対応して均等に設けるようにしたので、可動基板の安定した動作を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本実施形態に係る静電マイクロリレーの平面図(a)及びその断面図(b)である。

【図2】 図1の静電マイクロリレーの分解斜視図である。

【図3】 図1の製作プロセスを示す断面図である。

【図4】 図1の静電マイクロリレーの動作状態を示す模式図である。

【図5】 電極間距離と静電引力との関係を示すグラフである。

【図6】 他の実施形態に係る静電マイクロリレーの平面図(a)及びその断面図(b)である。

【図7】 さらに他の実施形態に係る静電マイクロリレーの平面図である。

【図8】 従来例に係る静電マイクロリレーの部分正面図(a)及び駆動時の片あたり状態を示す正面図(b)である。

【符号の説明】

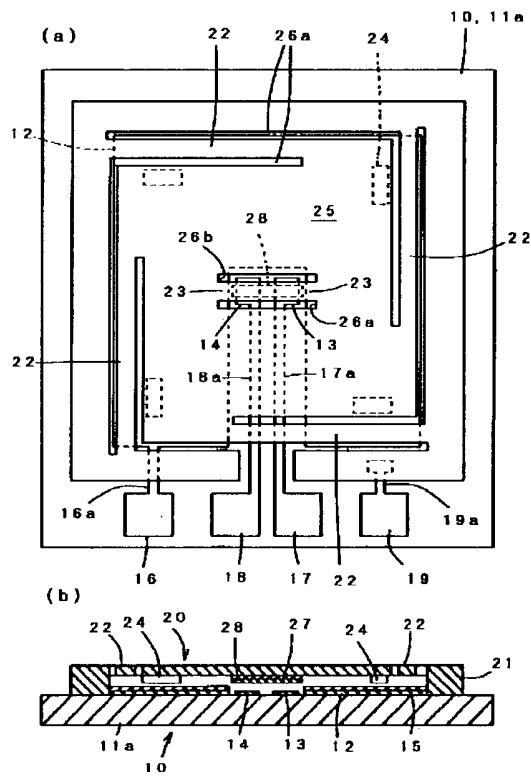
10…固定基板

11a…ガラス基板

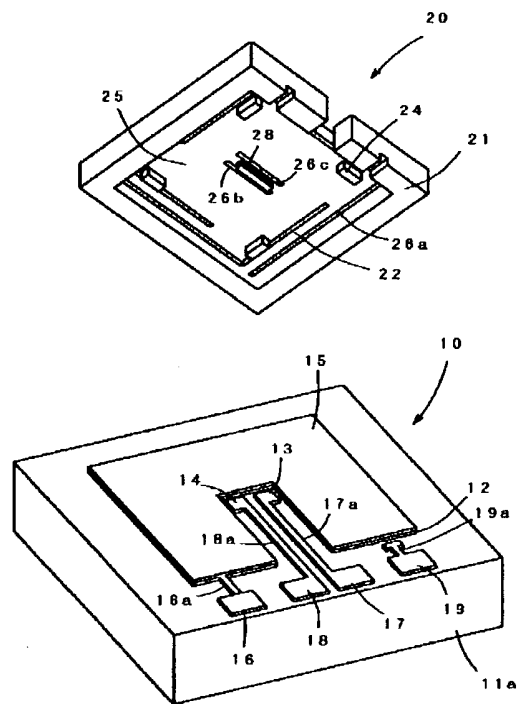
12…固定電極  
13, 14…固定接点  
20…可動基板  
21…支持部  
22…第1梁部  
23…第2梁部

24…凸部  
25…可動電極  
26a…切欠部  
26b, 26c…スリット  
27…絶縁膜  
28…可動接点

【図1】

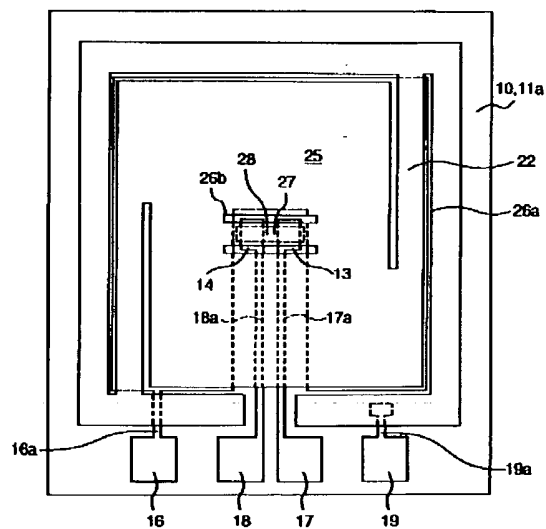
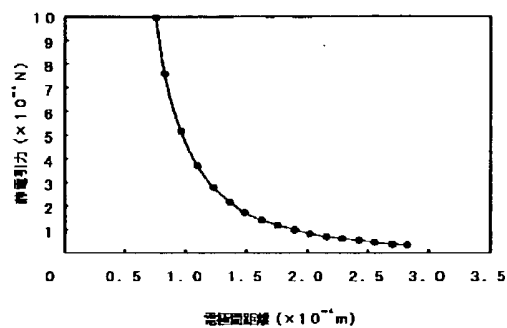


【図2】

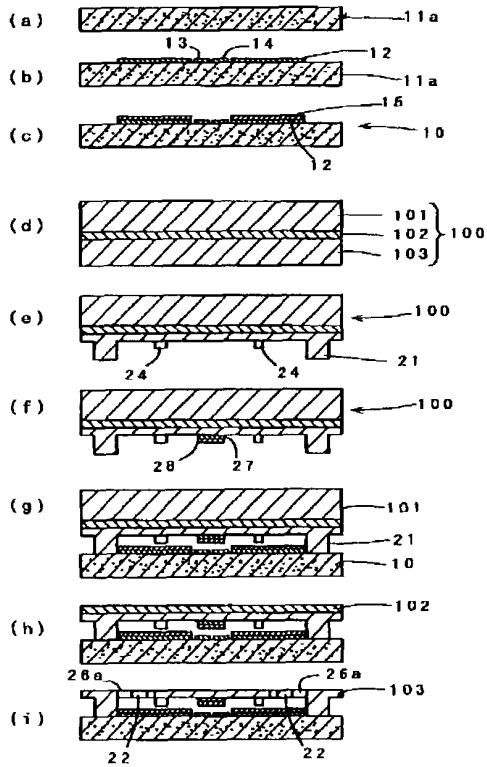


【図7】

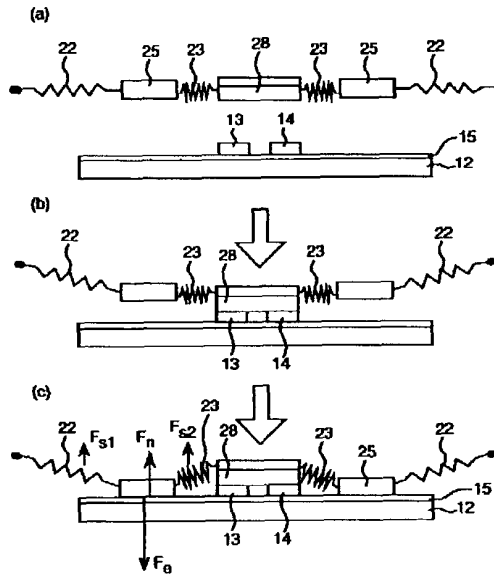
【図5】



【図3】



【図4】



【図6】

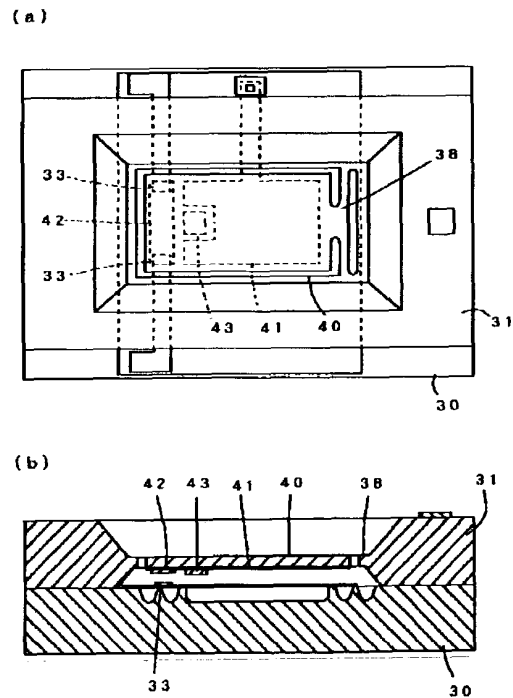


Figure 1 consists of two parts: (a) and (b). Part (a) is a plan view of a semiconductor device. It shows a central rectangular region 105, which is surrounded by a rectangular region 106. This region 106 is further surrounded by a rectangular region 101. A rectangular region 102 is defined within region 105. Part (b) is a cross-sectional view of the device. It shows a substrate 100 with a layer 101 on top. A layer 102 is formed on top of layer 101. A layer 103 is formed on top of layer 102. A layer 104 is formed on top of layer 103. A rectangular region 105 is defined within region 102, and a rectangular region 106 is defined within region 105.